

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets

AE



(11)

EP 0 755 750 A1

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

29.01.1997 Patentblatt 1997/05

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: B23Q 11/04

(21) Anmeldenummer: 96109644.3

(22) Anmeldetag: 15.06.1996

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AT CH DE FR GB IT LI

(30) Priorität: 27.07.1995 DE 19527561

(71) Anmelder: Maschinenfabrik Berthold Hermle  
Aktiengesellschaft  
D-78559 Gosheim (DE)

(72) Erfinder:

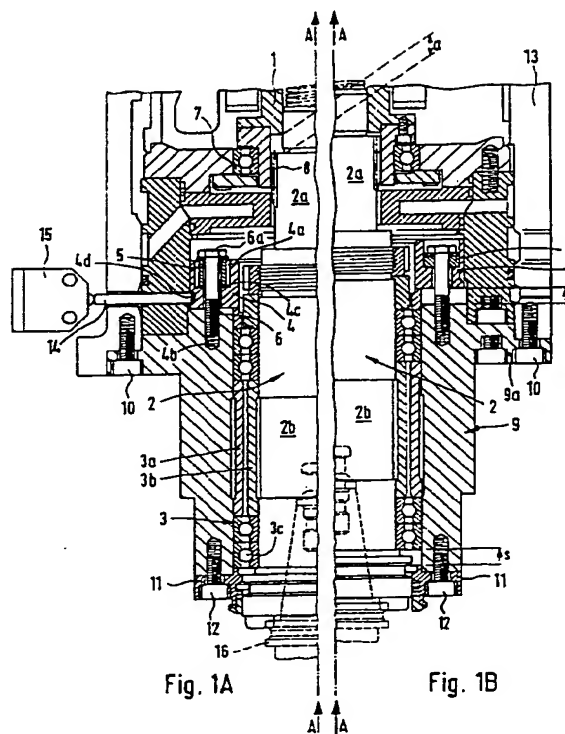
- Schwörer, Tobias  
78598 Königsheim (DE)

• Braun, Hans-Dieter  
78665 Frittlingen (DE)

(74) Vertreter: Vetter, Hans, Dipl.-Phys. Dr. et al  
Patentanwälte Dipl.-Ing. Rudolf Magenbauer  
Dipl.-Phys. Dr. Otto Reimold  
Dipl.-Phys. Dr. Hans Vetter  
Hölderlinweg 58  
73728 Esslingen (DE)

## (54) Motorfrässpindel mit Auffahrsicherung

(57) Es wird eine Werkzeugmaschine, insbesondere eine Motorfrässpindel, vorgeschlagen, die mit einem von einer Motorwelle (1) über eine Spindel (2) angetriebenes, mit der Spindel verbundenes Werkzeug (16) versehen ist. Die Motorwelle (1) und die Spindel (2) sind zueinander entlang einer gemeinsamen Drehachse A ausgerichtet und getrennt voneinander in einem Gehäuse (13) axial feststehend um diese Achse A drehbar gelagert und miteinander drehfest (8) verbunden, wobei zwischen der Motorwelle (1) und der Spindel (2) ein axiales Spiel a besteht. Bei einer in axialer Richtung zur Motorwelle (1) einwirkenden Kraft, die einen bestimmten Schwellenwert übersteigt, ermöglicht eine Staucheinrichtung eine plastische Verformung, wobei eine maximale axiale Stauchung der Staucheinrichtung über einen axialen Verschiebeweg s möglich ist, der geringer als das axiale Spiel a zwischen der Motorwelle (1) und der Spindel (2) ist.



## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Werkzeugmaschine, insbesondere eine Motorfrässpindel, mit einem von einer Motorwelle über eine Spindel angetriebenen, mit der Spindel verbundenen Werkzeug, bei der die Motorwelle und die Spindel zueinander entlang einer gemeinsamen Drehachse ausgerichtet und getrennt voneinander in einem Gehäuse axial feststehend um diese Achse drehbar gelagert und miteinander drehfest verbunden sind, wobei zwischen der Motorwelle und der Spindel ein axiales Spiel besteht.

Beim Arbeiten mit einer derartigen Motorfrässpindel kommt es häufig zu Ausfällen aufgrund einer Kollision der Spindel mit der Motorwelle. Bei einer starken Kollision hat dies oft ein Austauschen der gesamten Motorspindel zur Folge. Insbesondere bei vertikalen Bearbeitungszentren hat eine derartige Spindel-Motorwellen-Kollision starke Auswirkungen. Aufgrund hoher Vorschubgeschwindigkeiten ist die kinetische Energie des gesamten Z-Schlittens Verursacher von Beschädigungen der Spindel und nicht mehr der Vorschubantrieb, so daß eine Sicherheitskupplung nahezu wirkungslos wird.

Eine Aufgabe der Erfindung besteht daher darin, eine Auffahrsicherung bereitzustellen, mit der die kinetische Energie im Kollisionsfall aufgenommen und somit der Gesamtschaden gering gehalten werden kann.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß bei einer in axialer Richtung zur Motorwelle einwirkenden Kraft, die einen bestimmten Schwellenwert übersteigt, eine Staucheinrichtung eine plastische Verformung ermöglicht, wobei eine maximale axiale Stauchung der Staucheinrichtung über einen axialen Verschiebeweg möglich ist, der geringer als das axiale Spiel zwischen der Motorwelle und der Spindel ist.

Im Kollisionsfall wird die Spindel eingedrückt, und die Staucheinrichtung wird plastisch verformt. Das axiale Spiel zwischen Spindel und Motorwelle läßt eine Verschiebung zu, ohne Kräfte auf den Motor zu übertragen. Die kinetische Energie des Stoßes wird in plastische Verformungsarbeit an der Staucheinrichtung und in Wärme umgewandelt und von der Motorwelle ferngehalten.

Durch die in den Unteransprüchen ausgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der in Anspruch 1 angegebenen Werkzeugmaschinen möglich.

Bei einer vorteilhaften Weiterbildung weist die Staucheinrichtung mindestens zwei Stauchhülsen auf, die jeweils in einer von mindestens zwei Ausnehmungen in einem Spannring angeordnet sind, der sich in einer Ebene senkrecht zur Achse befindet und zur axialen Festlegung der Spindel in bezug auf das Gehäuse mittels Spannschrauben dient, die durch Bohrungen in dem Spannring parallel zur Achse in eine an dem Gehäuse feststehende Haltebuchse hineingeschraubt sind, wobei die Stauchhülsen von der jeweiligen Schraube durchquert sind und zwischen einer Schulter

in der Ausnehmung und dem Schraubenkopf fest eingespannt sind.

Dadurch wird die Auswechselbarkeit der Stauchhülsen gewährleistet und durch die Anzahl der im Spannring bereitgestellten Ausnehmungen und Stauchhülsen eine Anpassung an die bei einem Stoß umzuwandelnde kinetische Energie ermöglicht. So kann beim Arbeiten mit hohen kinetischen Energien ein Spannring mit entsprechend mehr Ausnehmungen mit jeweiliger Stauchhülse verwendet werden.

Vorzugsweise ist die Spindel in der Haltebuchse mittels eines Spindellagers drehbar und axial feststehend gelagert, wobei das Spindellager auf der Haltebuchse durch einen Befestigungsring und Befestigungsschrauben gegen eine Bewegung in der von der Motorwelle abgewandten Richtung und durch den Spannring, die Spannschrauben und die Stauchhülsen gegen eine Bewegung in der zu der Motorwelle weisenden Richtung befestigt ist. Hierdurch wird eine axiale Festlegung der Spindel gewährleistet.

Um einen Kollisionsfall und den daraus resultierenden gestauchten Zustand der Stauchhülsen und die Verschiebung des Spannringes anzuzeigen, wird beim Durchlaufen des Verschiebewegs aufgrund einer Krafteinwirkung ein Schalter zum Anzeigen der Verschiebung betätigt.

Bei einer besonders vorteilhaften Ausführungsform sind die Haltebuchse, das Spindellager, die Spindel und der Spannring miteinander verbunden und bilden eine Einheit, die an dem Gehäuse nur über die Haltebuchse mit den Halteschrauben befestigt ist.

Dadurch läßt sich die gesamte aus Haltebuchse, Spindellager, Spindel und Spannring bestehende Einheit komplett von dem Gehäuse und der Motorwelle trennen, indem man lediglich die Halteschrauben löst. Dies ermöglicht eine besonders einfache Instandsetzung nach einem Kollisionsfall, da der Spannring und die auszuwechselnden Stauchhülsen bei der herausgenommenen Einheit leicht zugänglich sind.

In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform ist der Schwellenwert durch die Stärke des Reibungs- und/oder Kraftschlusses in axialer Richtung zwischen der Haltebuchse und dem Spindellager bestimmt, der schwächer als der Reibungs- und/oder Kraftschluß in axialer Richtung zwischen dem Spindellager und der Spindel ist, wobei der Spannring das motorseitige Ende des Spindellagers zumindest zum Teil radial übergreift.

Dadurch wird gewährleistet, daß bei einem Stoß auf die Spindel nicht die Spindel relativ zum Spindellager, sondern die Spindel samt Spindellager relativ zur Haltebuchse in Richtung des Motors gleitet und den Spannring mitnimmt, wodurch die Stauchhülsen komprimiert werden.

Vorteilhafterweise ist die Motorwelle als eine Hohlwelle ausgebildet, in der die Spindel axial verschiebbar über eine formschlüssige Kupplung, z. B. eine Zahnkupplung, verbunden ist, die das Drehmoment überträgt.

Dies sorgt ebenfalls, insbesondere beim Trennen

1. 2. 3. 4. 5. 6.

7. 8. 9. 10.

der kompletten "Spindeleinheit" von der Motorwelle und dem Gehäuse, für eine leichte Handhabung und Instandsetzung der Werkzeugmaschinen.

Weitere Vorteile, Merkmale und Anwendungsmöglichkeiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung anhand der Zeichnung, wobei:

Figur 1A einen Teil der erfindungsgemäßen Werkzeugmaschine in einer durch ihre Achse verlaufenden Schnittansicht vor einer Kollision zeigt; und

Figur 1B einen Teil der erfindungsgemäßen Werkzeugmaschine in einer durch ihre Achse verlaufenden Schnittansicht nach einer Kollision zeigt.

Fig. 1A und Fig. 1B zeigen in einem Schnitt durch die Längsachse A der Werkzeugmaschine deren linke Hälfte vor einer Kollision bzw. deren rechte Hälfte nach einer Kollision.

Eine mit dem Antriebsmotor verbundene Hohlwelle 1 ist in einem Hohlwellenlager 7 drehbar und axial feststehend gelagert. Eine Zahnkupplung 8, deren Zahnkämme sich in axialer Richtung erstrecken, sorgt für eine Übertragung des Motordrehmoments auf die Spindel 2, wobei eine axiale Verschiebbarkeit der Spindel 2 gegenüber der Hohlwelle 1 gewährleistet ist. Diese Zahnkupplung 8 kann z. B. auch als Keilwellenverzahnung oder Evolventenverzahnung ausgebildet sein, wobei auch andere bekannte formschlüssige Kupplungen einsetzbar sind. Die Spindel 2 weist einen motorseitigen Teil 2a kleineren und einen werkzeugseitigen Teil 2b größeren Durchmessers auf. Der werkzeugseitige Teil 2b der Spindel 2 sitzt in einer im wesentlichen zylindrisch geformten Haltebuchse 9 mit einem Ringflansch 9a. Die Spindel 2 ist im Bereich ihres werkzeugseitigen Teils 2b mittels eines sich in Umfangsrichtung erstreckenden Spindellagers 3 in der Haltebuchse 9 drehbar gelagert. Das Spindellager 3 besteht aus einem an der Haltebuchse 9 anliegenden äußeren Teil 3a und einem an der Spindel 2 anliegenden inneren Teil 3b, zwischen denen sich Kugeln 3c befinden, die eine relative Verdrehung des inneren Teils 3b gegenüber dem äußeren Teil 3a ermöglichen. Der innere Teil 3b des Spindellagers 3 ist mit der Spindel 2 kraftschlüssig, formschlüssig oder mittels einer Kombination aus Kraftschluß und Formschluß verbunden. Auch eine materialschlüssige Verbindung ist möglich. Der äußere Teil 3a des Spindellagers 3 ist mit der Haltebuchse 9 ebenfalls kraftschlüssig oder formschlüssig oder durch eine Kombination aus Kraftschluß und Formschluß verbunden. Vorzugsweise liegt nur eine kraftschlüssige Verbindung vor. Da bei einer Krafteinwirkung auf das Werkzeug 16 und damit die Spindel 2 in axialer Richtung die Verbindung zwischen Spindellager 3 und Spindel 2 beibehalten werden muß, während sich die Verbindung zwischen Haltebuchse 9 und Spindel 2 lösen muß, damit die Spindel 2 samt Spindellager 3 relativ zur Hal-

tebuchse 9 in Richtung des Motors gleiten kann, muß die Verbindung zwischen Haltebuchse 9 und Spindellager 3 weniger stark ausgeprägt sein als diejenige zwischen Spindellager 3 und Spindel 2. Die Spindel 2 samt Spindellager 3 ist gegen eine Verschiebung relativ zur Haltebuchse 9 in einer vom Motor abgewandten Richtung mittels eines Befestigungsringes 11 festgelegt, der durch Befestigungsschrauben 12 in der Haltebuchse 9 befestigt ist und das werkzeugsseitige Ende des Spindellagers 3 zumindest teilweise radial übergreift, wobei zumindest der äußere Teil 3a des Spindellagers 3 von dem Befestigungsring 11 übergriffen wird. Ebenso ist die Spindel 2 samt Spindellager 3 gegen eine Bewegung relativ zur Haltebuchse 9 in einer dem Motor zugewandten Richtung mittels eines Spannrings 4 festgelegt, der das motorseitige Ende des Spindellagers 3 ebenfalls zumindest teilweise radial übergreift, wobei zumindest der äußere Teil 3a des Spindellagers 3 übergriffen wird. Dieser Spannrings 4 ist ähnlich wie der Befestigungsring 11 mit Hilfe von Spannschrauben 6 an der Haltebuchse 9 befestigt. Somit wird jegliche Relativbewegung zwischen der aus Spindel 2 und Spindellager 3 gebildeten Einheit und der Haltebuchse 9 in axialer Richtung mit Ausnahme des Kollisionsfalls verhindert. Da die Zahnkupplung 8 eine relative Bewegung der Spindel 2 zu der Hohlwelle 1 in axialer Richtung zumindest im Rahmen des Spiels a zwischen der Hohlwelle 1 und der Spindel 2 ermöglicht, beruht die axiale Fixierung der aus Spindel 2 und Spindellager 3 bestehenden Einheit gegenüber einer Verschiebung in Richtung des Motors lediglich auf der Verbindung zwischen dem Spindellager 3 und der Haltebuchse 9 sowie dem radialen Übergriff des Spannrings 6 an dem motorseitigen Ende des Spindellagers 3. Der Spannrings 4 weist in Umfangsrichtung gleichmäßig verteilte Ausnehmungen 4a und Bohrungen 4b auf. Die Bohrung 4b und der Boden der Ausnehmung 4a bilden eine kreisringförmige Schulter 4c, auf der eine Stauchhülse 5 in der Ausnehmung aufgenommen werden kann. Eine Spannschraube 6 erstreckt sich durch die in der Ausnehmung 4a sitzende Stauchhülse 5 und die Bohrung 4b in dem Spannrings bis in eine Bohrung in der Haltebuchse 9. Somit ist die Stauchhülse 5 zwischen dem Schraubenkopf 6a der Spannschraube 6 und der kreisringförmigen Schulter 4c am Boden der Ausnehmung 4a eingespannt, während der Spannrings 4 zwischen der Haltebuchse 9 und der Stauchhülse 5 eingespannt ist. Ein sich durch eine Bohrung in dem Gehäuse 13 erstreckender Stift 14 ragt in eine Vertiefung 4d in der nach außen weisenden Mantelfläche des Spannrings 4. Dieser Stift 14 ist mit einem Schalter 15 verbunden, der einen ungestauchten Zustand der Stauchhülse 5 vor einer Kollision (linke Seite) von einem gestauchten Zustand der Stauchhülse 5 nach einer Kollision (rechte Seite) unterschiedlich anzeigt.

Im Falle einer Kollision und einer daraus resultierenden Krafteinwirkung entlang der Achse A auf die Spindel 2 in Motorrichtung überträgt die Verbindung zwischen Spindel 2 und Spindellager 3 diese Kraft auf

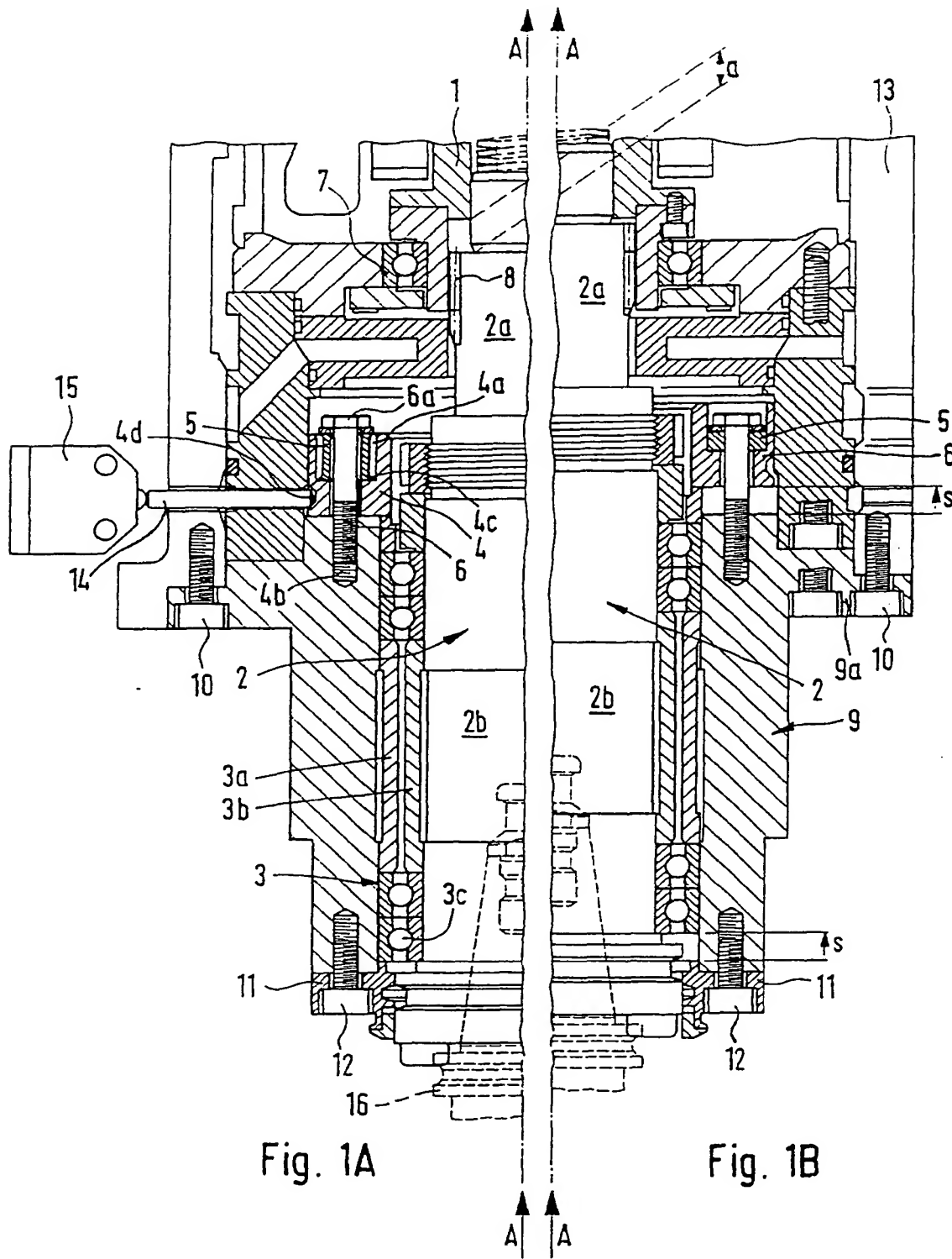
die Verbindung zwischen Spindellager 3 und Haltebuchse 9, wodurch es zu einer Kraft entlang der Verbindung zwischen Spindellager 3 und Haltebuchse 9 und einer Kraft auf den das motorseitige Ende des Spindellagers 3 übergreifenden Teil des Spannrings 4 kommt. Damit eine relative Verschiebung zwischen Spindellager 3 samt Spindel 2 und der Haltebuchse 9 zustande kommt, muß einerseits die Reibungskraft zwischen Haltebuchse 9 und Spindellager 3 und andererseits die zur plastischen Verformung der Stauchhülse 5 notwendige Verformungskraft überwunden werden. So wird während einer Kollision kinetische Energie durch Reibungsarbeit und plastische Verformungsarbeit in Wärme umgewandelt. Der bei der plastischen Verformung der Stauchhülse 5 maximal mögliche Verschiebeweg  $s$  wird im wesentlichen durch das Volumen des Stauchhülsenmaterials 5 und die radialen Abmessungen der Ausnehmung 4a des Spannrings 4 bestimmt. Fig. 1B zeigt die komprimierte Stauchhülse 5 nach einer Kollision, wobei der Verschiebeweg  $s$  kleiner als das axiale Spiel  $a$  zwischen der Hohlwelle 1 und der Spindel 2 ist. Durch die axiale Verschiebung des Spannrings 4 wird der Stift 14 in radialer Richtung nach außen geschoben und betätigt den Schalter 15. Die Haltebuchse 9 ist über ihren Ringflansch 9a und die Halteschrauben 10 an dem Gehäuse 13 befestigt. Da die Spindel 2, das Spindellager 3, der Spannring 4 und die Haltebuchse 9 eine zusammenhängende Einheit bilden, kann vor oder nach einer Kollision diese zusammenhängende Einheit durch Lösen der Halteschrauben 9 von dem Gehäuse 13 und der Hohlwelle 1 abgenommen werden. Auf diese Weise können nach einer Kollision die plastisch verformten Stauchhülsen 5 leicht ausgetauscht werden.

#### Patentansprüche

1. Werkzeugmaschine, insbesondere Motorfrässpindel, mit einem von einer Motorwelle (1) über eine Spindel (2) angetriebenen, mit der Spindel verbundenen Werkzeug (16), bei der die Motorwelle (1) und die Spindel (2) zueinander entlang einer gemeinsamen Drehachse A ausgerichtet und getrennt voneinander in einem Gehäuse (13) axial feststehend um diese Achse A drehbar gelagert und miteinander drehfest (8) verbunden sind, wobei zwischen der Motorwelle (1) und der Spindel (2) ein axiales Spiel  $a$  besteht, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer in axialer Richtung zur Motorwelle (1) einwirkenden Kraft, die einen bestimmten Schwellenwert übersteigt, eine Staucheinrichtung eine plastische Verformung ermöglicht, wobei eine maximale axiale Stauchung der Staucheinrichtung über einen axialen Verschiebeweg  $s$  möglich ist, der geringer als das axiale Spiel  $a$  zwischen der Motorwelle (1) und der Spindel (2) ist.
2. Werkzeugmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Staucheinrichtung mindestens zwei Stauchhülsen (5) aufweist, die jeweils in

einer von mindestens zwei Ausnehmungen (4a) in einem Spannring (4) angeordnet sind, der sich in einer Ebene senkrecht zur Achse A befindet und zur axialen Festlegung der Spindel (2) in bezug auf das Gehäuse (13) mittels Spannschrauben (6) dient, die durch Bohrungen (4b) in dem Spannring (4) parallel zur Achse A in eine an dem Gehäuse (13) feststehende Haltebuchse (9) hineingeschraubt sind, wobei die Stauchhülsen (5) von der jeweiligen Schraube (6) durchquert sind und zwischen einer Schulter (4c) in der Ausnehmung (4a) und dem Schraubenkopf (6a) fest eingespannt sind.

3. Werkzeugmaschine nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Spindel (2) in der Haltebuchse (9) mittels eines Spindellagers (3) drehbar und axial feststehend gelagert ist, wobei das Spindellager (3) auf der Haltebuchse (9) durch einen Befestigungsring (11) und Befestigungsschrauben (12) gegen eine Bewegung in der von der Motorwelle (1) abgewandten Richtung und durch den Spannring (4), die Spannschrauben (6) und die Stauchhülsen (5) gegen eine Bewegung in der zu der Motorwelle (1) weisenden Richtung festgelegt ist.
4. Werkzeugmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß beim Durchlaufen des Verschiebewegs  $s$  aufgrund einer Kraftübertragung ein Schalter (15) zum Anzeigen der Verschiebung betätigt (14) wird.
5. Werkzeugmaschine nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Haltebuchse (9), das Spindellager (3), die Spindel (2) und der Spannring (4) miteinander verbunden sind und eine Einheit bilden, die an dem Gehäuse (13) nur über die Haltebuchse (9) mit den Halteschrauben (10) befestigt ist.
6. Werkzeugmaschine nach einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Schwellenwert durch die Stärke des Reibungs- und/oder Kraftschlusses in axialer Richtung zwischen der Haltebuchse (9) und dem Spindellager (3) bestimmt ist, der schwächer als der Reibungs- und/oder Kraftschluß in axialer Richtung zwischen dem Spindellager (3) und der Spindel (2) ist, wobei der Spannring (4) das motorseitige Ende des Spindellagers (3) zumindest zum Teil radial übergreift.
7. Werkzeugmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Motorwelle eine Hohlwelle (1) ist, mit der die Spindel (2) axial verschiebbar über eine formschlüssige Kupplung (8), z. B. eine Zahnkupplung, verbunden ist, die das Drehmoment überträgt.





Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 96 10 9644

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
X	US-A-4 507 025 (FEDOR JOHN W) 26.März 1985 * Spalte 2, Zeile 27 - Spalte 6, Zeile 60; Abbildungen 1-7 *	1,4,5	B23Q11/04
X	US-A-3 682 283 (SATO MITUMASA) 8.August 1972 * Spalte 4, Zeile 11 - Zeile 33; Abbildungen 1-4 *	1,4	
A	EP-A-0 346 319 (VOGEL & NOOT LANDMASCH) 13.Dezember 1989 * Zusammenfassung *	7	
A		2	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			B23Q
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenamt DEN HAAG		Abschließendes Datum der Recherche 31.Oktober 1996	
		Prüfer Ljungberg, R	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument I : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

EPO FORM 150 (01.92) (PM/C03)